

## **Análise temporal de NDVI sobre a cobertura vegetal da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa Brava (Balneário Camboriú, SC)**

Marina Stella Baptista<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Discente do Mestrado em Clima e Meio Ambiente, IFSC,

Contato: [ma\\_s.b@hotmail.com](mailto:ma_s.b@hotmail.com)

### **Introdução**

A Área de Proteção Ambiental (APA) Costa Brava, foi criada em 12 de julho de 2000, com a aprovação da Lei nº 1.985 (PMBC, 2000), como parte de medida mitigadora da construção da Rodovia Rodesindo Pavan – conhecida como Interpraias, que atravessa a APA Costa Brava, servindo como principal acesso às praias dessa região. (ECOLIBRA, 2016).

A APA consiste em uma unidade de conservação (UC) de uso sustentável, instituída pela Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000), definida como uma região de exploração do ambiente de modo sustentável, protegendo a diversidade biológica, disciplinando o processo de ocupação e assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. O Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), menciona que toda UC deve ter um Plano de Manejo, sendo elaborado em função dos objetivos gerais pelos quais o decreto foi criado (MMA, 2015).

Administrada conforme as Leis nº 1.985/2000 e nº 9.985/2000, dispõe de um Conselho Gestor com o objetivo de apoiar e implementar atividades administradoras, de organização da sociedade civil e da população residente, elaborando um Plano de Gestão Ambiental, que norteia atividades e determina as ferramentas de gerenciamento e monitoramento das questões ambientais, a fim de orientar decisões e diretrizes com foco na sustentabilidade (BRASIL, 2000; PMBC, 2000).

O Plano de Manejo, foi elaborado em dezembro de 2016, pela empresa Ecolibra Engenharia, Projetos e Sustentabilidade Ltda, com a colaboração e apoio dos gestores da APA Costa Brava, órgãos federais e entre outros que são direta e indiretamente afetados pela área de abrangência da APA (ECOLIBRA, 2016).

A APA Costa Brava, é um local dotado de ecossistemas com alto destaque ambiental, além de ser uma área de grande ação antrópica devido ao intenso uso recreativo, e de grande valor comercial para empreendimentos imobiliários, fatores estes que contribuem para a perturbação constante, sendo viável estabelecer critérios e vínculos das zonas de APA, definindo as áreas legais de uso e restringindo outras (RECH, 2003). Dessa forma, essas atividades precisam ser realizadas de forma adequada, para que a unidade de conservação possa cumprir com os objetivos de proteção e preservação estipulados na sua criação (PIOLTINE, 2018).

O sensoriamento remoto, consiste em uma ferramenta técnica essencial para o monitoramento ordenado e ativo de diversos alvos terrestre, fenômenos meteorológicos e ambientais, servindo de suporte para o monitoramento das mudanças climáticas e possibilitando a tomada de decisão para a preservação ambiental (MOREIRA, 2003).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*) tem sido bastante utilizado em estudo de áreas antropizadas para verificar a biomassa da cobertura vegetal (MOREIRA, 2012). O Índice relaciona de modo não-linear, os valores de reflectância nas regiões do infravermelho próximo com o do vermelho. Normalmente, a vegetação absorve muito a radiação eletromagnética do visível (banda do vermelho) para o processo de fotossíntese e reflete muito a radiação do infravermelho próximo, que pode causar um superaquecimento capaz de danificar o tecido vegetal (GATES, 1980; CORREA DA SILVA, 2019). Assim, o NDVI relaciona a absorção e reflexão, indicando a densidade da biomassa e a saúde da vegetação presente (USGS, 2015).

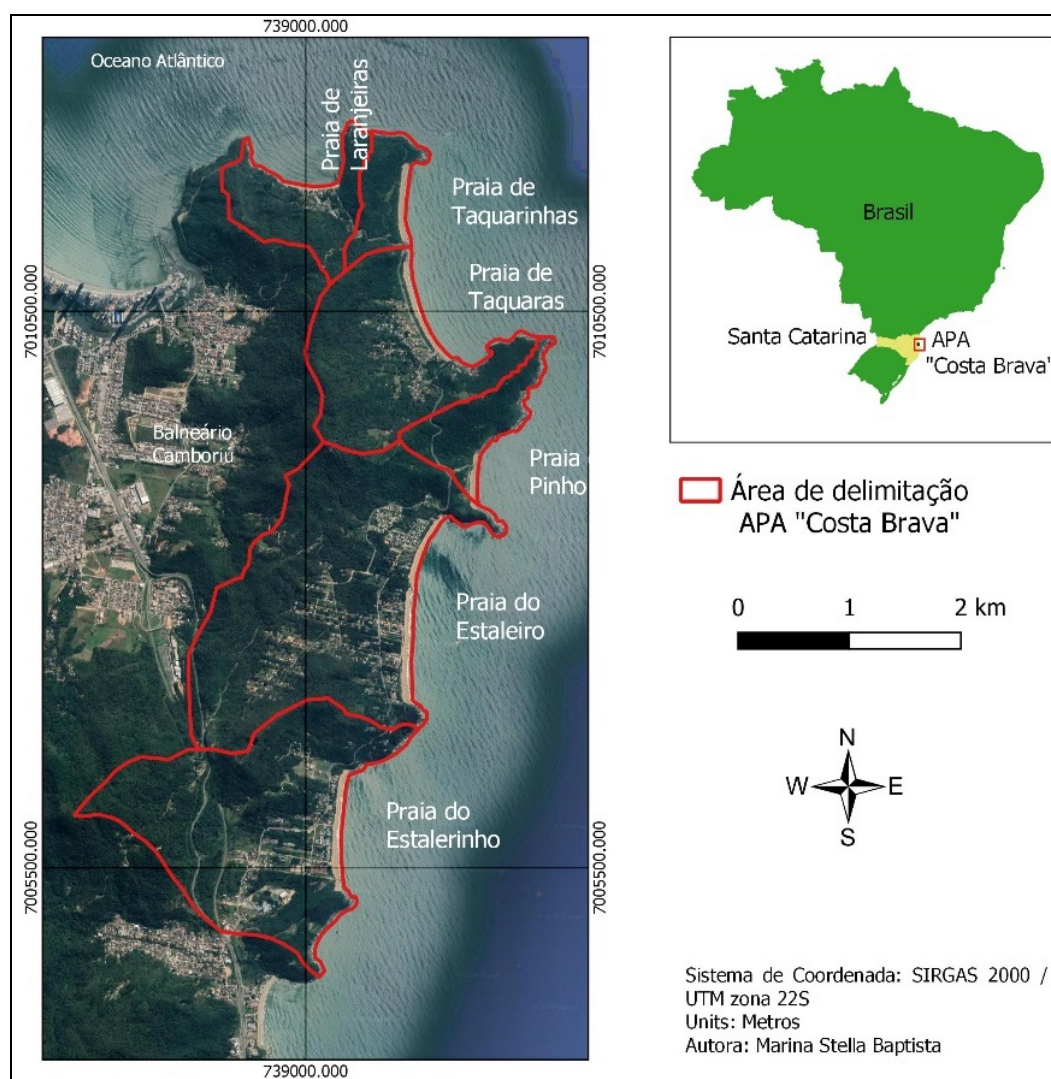
O presente estudo visa realizar uma análise temporal da cobertura vegetal na área de estudo da APA Costa Brava localizada no município de Balneário Camboriú no estado de Santa Catarina, utilizando o NDVI em 2000 e 2020, com imagens dos satélites Landsat 5 e 8.

## Metodologia

A APA Costa Brava está localizada entre as coordenadas 26°59'40" a 27°03'12" S e 48°34'55" a 48°35'12" W, no município de Balneário Camboriú, litoral centro-norte catarinense.

O Plano de Manejo da APA Costa Brava – Balneário Camboriú/SC, propôs uma nova delimitação (Figura 1) com base no divisor de águas à oeste da praia de Laranjeiras, incluindo-a, e os divisores de água das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho até a Ponta do Malta, na divisão dos municípios de Balneário Camboriú e Itapema, englobando uma área total de 10,67 km<sup>2</sup> ou 1.066,59 hectares (ECOLIBRA, 2016).

Figura 1: **Localização da área de estudo “APA Costa Brava”, município de Balneário Camboriú (SC).**



Conforme o sistema de classificação climática de *Köppen - Geiger*, a região do estudo se enquadra no clima mesotérmico úmido (Cfa), apresentando temperatura média do mês mais frio de 15,2°C, e no mês mais quente variando de 23,5°C a 24,5°C, presente verões quentes, com

precipitações abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, sem estação seca (RECH, 2013; PMBC, 1997). A pluviometria média anual é de 1900 a 2000 mm, com concentração das chuvas nos meses de abril a julho (outono e inverno) e ausência de meses secos, sendo 2 meses menos úmidos de novembro a fevereiro (primavera e verão). Os ventos de nordeste são predominantes o ano todo, durante o inverno e primavera ocorre um predomínio dos ventos do quadrante sul, devido ao aumento da frequência e intensidade de frentes frias pela região (TRUCCOLO, 2011)

A vegetação predominante de Floresta Ombrófila Densa, e a Vegetação Litorânea, possui vegetação secundária nas encostas desde o pé ao topo do morro. A Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana é caracterizada por uma cobertura arbórea densa e uniforme, bem desenvolvida, atingindo de 25 a 30 metros de altura. O clima subtropical influencia no crescimento contínuo da vegetação, ocorrendo no interior da floresta muitas epífitas (IBGE, 1992). Na vegetação litorânea, encontra-se a formação de influência marinha e manguezais (RECH, 2013).

O estudo foi desenvolvido de forma temporal com um intervalo de 20 anos, desde a criação da APA Costa Brava em 2000. A análise NDVI da cobertura vegetal, foi realizada a partir das bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do sensor Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*) para o ano de 2000, e das bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) do sensor Landsat 8 OLI (*Operational Land Imager*) para o ano de 2020. As imagens foram coletadas na data de 09/12/2000 e 11/01/2020, respectivamente, na órbita 220 e ponto 079. As escolhas das imagens foram em razão de pertencerem ao mesmo período ecológico e apresentarem menor cobertura de nuvens possível. O formato disponibilizado é o GeoTIFF, com 8 e 16 bits (Landsat 5 e 8), na projeção cartográfica UTM no sistema geodésico de referência SIRGAS 2000 zona 22 Sul. As imagens foram obtidas através do portal *Earth Explorer* (USGS, 2015) ao nível de tratamento L1TP, sendo já ortorretificadas e tratadas radiometricamente. O processo das imagens, geração do mapa de localização, e a realização do cálculo de NDVI feito com a calculadora *raster*, foram executados através do software *QGIS 3.14.0*.

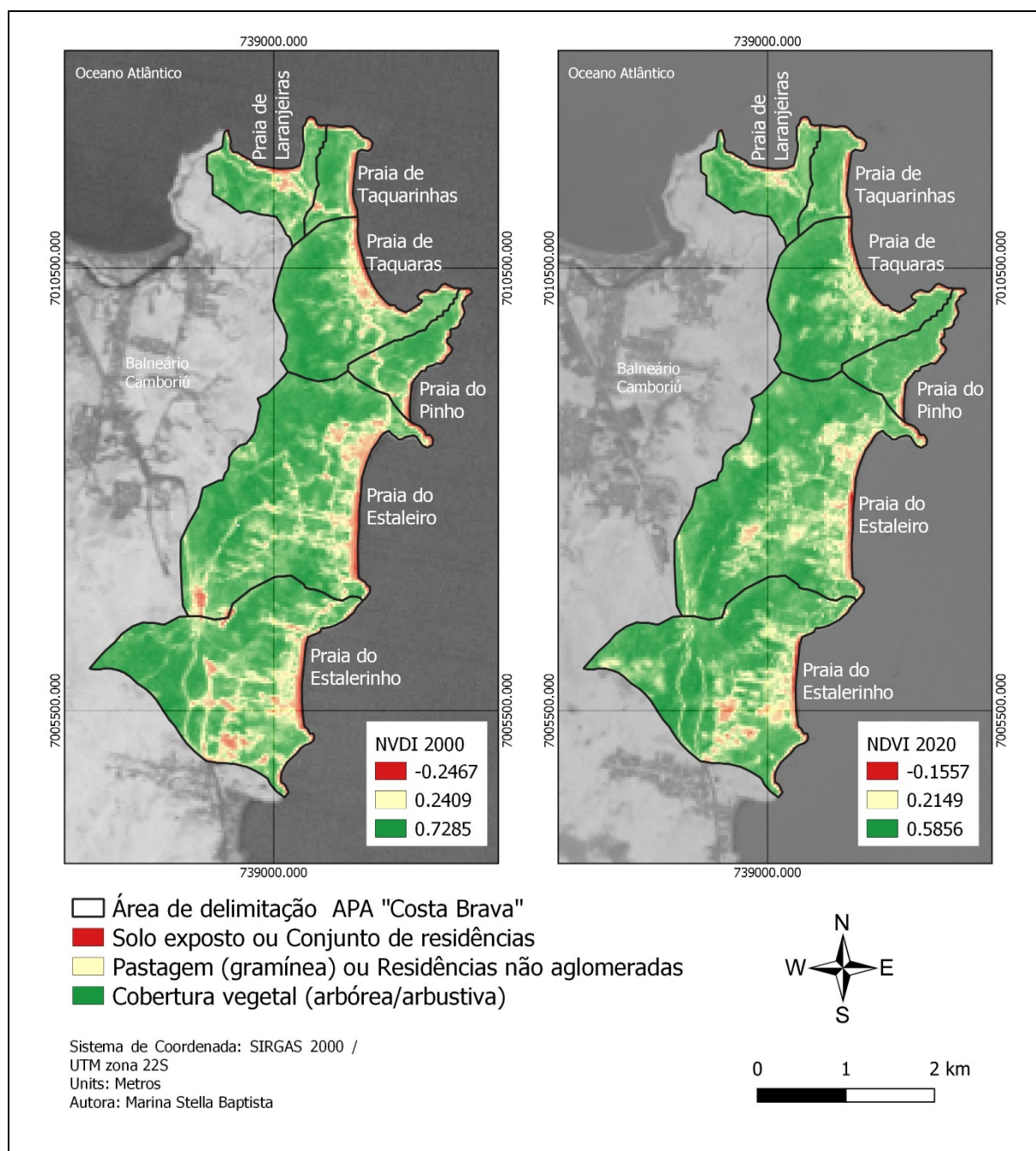
Para a análise, foi aplicado o NDVI, com o cálculo da 
$$\frac{[\text{banda referente ao infravermelho próximo} - \text{banda referente ao vermelho}]}{[\text{banda referente ao infravermelho próximo} + \text{banda referente ao vermelho}]}$$
, permitindo avaliar a qualidade de desenvolvimento e o grau de vigor da vegetação (BORGES, 2010). O resultado da combinação varia de 1 a -1, de modo que quanto mais próximo de 1, maior a biomassa da vegetação, e quanto mais próximo de -1, menor a biomassa da vegetação e/ou presença de solo exposto. (SOUSA et al. 2016).

## Resultados e Discussão

A imagem composta como resposta ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), desempenha uma simulação temática da superfície delimitada pelo Plano de Manejo, para a Área de Proteção Ambiental “Costa Brava” (Figura2).



Figura 2: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) gerado sobre a APA Costa Brava, no ano de 2000 e 2020.



A Figura 2 possui os pixels com valor aproximado compreendido entre -0,25, para o ano de 2000 e -0,15 para o ano de 2020, recebendo a coloração vermelha representando o solo exposto, como depósito de areia praias e/ou alvos abióticos como conjunto de residências. Os pixels com valor aproximado 0,24 para o ano de 2000, e 0,22 para o ano de 2020 receberam tonalidades de bege (próximo ao branco) retratam as áreas com pouquíssimas biomassa como pastagem (gramínea) e/ou residências não aglomeradas. Para o conjunto de pixel com valor aproximado de 0,73 para o ano de 2000 e 0,58 para o ano de 2020 foram designados à cor verde escuro, representando valores significativos de biomassa da cobertura vegetal (arbórea/arbustiva), como a Mata Atlântica.

Analisando o NDVI entre o ano de 2000 e 2020, observa-se que os valores encontrados são distintos, sendo menores para o ano de 2020, indicando menor atividade fotossintética da biomassa

da vegetação existente na área de estudo na data da coleta das imagens de satélite. Embora as duas datas pertençam ao mesmo período ecológico próximos representam respostas espectrais distintas.

Zaloti (2017), realizou a detecção temporal da cobertura vegetal ao longo de 32 anos, com o uso do NDVI no município de Lauro de Freitas, no estado da Bahia, e observou que os valores de NDVI encontrados para o ano de 1984 ilustram a baixa atividade fotossintética, ao ser comparada com o ano de 2016, apesar das duas imagens pertencerem ao mesmo período representativo da coleta das imagens a vegetação provavelmente atingiu um estado de maior hidratação acumulada, devido ao período mensal (setembro), ser um período úmido para o estado da Bahia, contribuindo para os resultados da diferença entre os valores de NDVI. Além disso, o autor observa a impossibilidade de considerar valores de intervalos únicos para as duas datas, pois a resposta espectral em 1984 e 2016 foram distintas para os mesmos alvos.

Pioltime (2018), aplicou o NDVI sobre a cobertura vegetal da APA da Serra da Mantiqueira, localizada sobrepondo parte dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, para conhecer a evolução da cobertura vegetal durante um período de 31 anos, desde 1986 a 2017, constatando a manutenção da qualidade de vegetação, encontrou áreas que demonstram uma qualidade baixa em virtude, provavelmente, do intensivo uso agrícola, contribuindo para os valores médio de qualidade da vegetação, quanto a conservação da vegetação com NDVI próximo de 0,75 mostra que há conservação da APA. O presente estudo realizado na APA Costa Brava corroborou com trabalhos metodológicos sobre a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para a análise da cobertura vegetal.

Demonstrando a aplicação e o cumprimento da legislação para a Área de Proteção Ambiental (APA) que tem como finalidade de proteger e conservar a Mata Atlântica (floresta ombrófila densa) e ecossistemas associados (restinga e manguezal) existentes na área, orientando a população residente, disciplinado o processo de ocupação e assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

## Conclusões

O NDVI se mostrou satisfatório para atingir o objetivo do presente estudo, detectando a mudança temporal na cobertura vegetal no período de 20 anos. Permitiu identificar uma redução nos níveis espectrais e uma evolução na manutenção da qualidade da vegetação, apresenta na APA Costa Brava.

Como complemento do estudo as informações geradas servem como subsídios para o monitoramento e ordenamento territorial da Área de Proteção Ambiental Costa Brava, podendo ser uma ferramenta útil em relação a valoração e conscientização ambiental., para a Mata Atlântica, vegetação dunar e manguezais.

Para trabalhos futuros, seria interessante analisar o NDVI para a área de estudo em períodos úmidos, no caso na região seria o período mensal de abril a julho (outono e inverno) para poder comparar com a resposta espectral da cobertura vegetal em períodos menos úmidos, gerados no trabalho.

## Referências

BORGES, L. A. **Estimativa de NDVI no estado de Minas Gerais utilizando imagens dos satélites CBERS 2B/CCD e MSG/SEVIRI**. 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art 225, § 1º, inciso I,II,III e IV da Constituição Nacional de Unidade de Conservação. Diário Oficial da república Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 de julho de 2000.

CORREA DA SILVA, D. K. . (2019). Análise da relação entre temperatura da superfície e NDVI nos anos 2015 e 2019 do município de Balneário Piçarras/SC. *Metodologias E Aprendizado* , 1, 7 - 11. <https://doi.org/10.21166/metapre.v1i0.640>

ECOLIBRA. **Plano de Manejo Área De Proteção Ambiental APA Costa Brava**. Balneário Camboriú. SC. 2016. 564p.

ESQUIVEL, M. S. **A Zona Costeira dos municípios do Litoral Norte e entorno da Baía de Todos-os-Santos – Estado da Bahia**: implicações para a gestão ambiental. 2016. 153 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2016.

GATES, D. M. **Biophysical Ecology**. New York: Springer-Verlag, 1980. 611p.

IBGE. **Manual Técnico de Vegetação Brasileira**, n.1. Rio de Janeiro, RJ, 1992. 92 p. Lei nº 9.985 (BRASIL, 2000),

MMA BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadastro Nacional de Unidade de Conservação. 2015.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4 ed. Viçosa/MG: UFV, 2012. 422 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. Ed. Viçosa/MG: UFV, 2003. 307 p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **NDVI, the Foundation for Remote Sensing Phenology**. USGS, 2015.

PIOLTINE, L. F.; MALTAURO, R. F.; PONS, N. A. D. Análise multitemporal de NDVI sobre a cobertura vegetal da APA da Serra da Mantiqueira. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 15, 2018, Poços de Caldas/MG, Congresso: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, Minas Gerais, 2018. p. 1-5.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ. **EIA/RIMA Rodovia “Interpraias”**. v. 1. Balneário Camboriú, SC, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ. Lei nº 1.985, de 12 de julho de 2000. Cria a Área de Proteção Ambiental “Costa Brava” - A.P.A. Balneário Camboriú, SC, 2000.

RECH, C. M. C. B. Subsídios para o zoneamento costeiro de uso da Área de Proteção Ambiental - APA Costa Brava, Santa Catarina, Brasil. Tese (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2003.

SOUSA, R. S.; VALLADARES, G. S.; ESPÍNDOLA, G. M. Análise do índice de Vegetação (NDVI) e vulnerabilidade ambiental da Planície costeira do estado do Piauí. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, Ceará, v. 18, n. 2, p. 82-99, set. 2016.

TRUCCOLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC**. 1998. 100f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

ZALOTI, F. A.; JUNIOR ZALOTI, O. D.; NACIMENTO, D. M. C. Detecção temporal da cobertura vegetal com uso do NDVI no município de Lauro de Freitas no estado da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18, 2017, Santos/SP, Anais, São Paulo: INPE Santos, 2017. p. 1337 – 1344.